

## PERAMALAN BANYAK PENUMPANG KERETA DAERAH OPERASI VI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN MODEL *TIME SERIES* DENGAN VARIASI KALENDER ISLAM *REGARIMA*

Nila Widhianti<sup>1</sup>, Dhoriva Urwatul Wutsqa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Matematika FMIPA UNY

<sup>1</sup>nilawidhianti@gmail.com, <sup>2</sup>dhoriva@yahoo.com

### Abstrak

PT Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi VI Yogyakarta adalah salah satu daerah operasi perkereta-apian terluas di Indonesia. Operasi ini memiliki dua stasiun besar yang ada di Yogyakarta yaitu stasiun Tugu dan stasiun Lempuyangan. Banyak penumpang yang berangkat dari dua stasiun ini selalu mengalami kenaikan pada bulan yang di dalamnya terdapat periode Idul Fitri. Idul Fitri merupakan salah satu hari besar umat Islam yang tanggal perayaannya dalam kalender Masehi mengalami pergeseran setiap tahunnya. Pergeseran ini kemudian disebut sebagai variasi kalender. Salah satu model yang dapat diterapkan untuk meramalkan *time series* yang dipengaruhi adanya variasi kalender Islam adalah model *RegARIMA*. Tujuan penelitian ini adalah meramalkan jumlah penumpang kereta menggunakan model *RegARIMA*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak penumpang pada bulan yang dipengaruhi variasi kalender yaitu Agustus 2012 dan Agustus 2013 adalah yang tertinggi apabila dibandingkan dengan bulan-bulan lain.

**Kata kunci:** banyak penumpang kereta api Daerah Operasi VI Yogyakarta, *time series*, variasi kalender, *RegARIMA*

### A. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan bidang kegiatan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Pentingnya transportasi bagi masyarakat Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, keadaan geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau kecil dan besar, perairan yang terdiri dari sebagian besar laut, sungai dan danau yang memungkinkan pengangkutan dilakukan melalui darat, perairan, dan udara guna menjangkau seluruh wilayah Indonesia (Muhammad Abdulkadir, 1998). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan alat transportasi juga meningkat karena alat transportasi merupakan sarana penting bagi penduduk untuk melakukan aktivitasnya. Salah satu alat transportasi darat, yaitu kereta api merupakan sarana yang dapat digunakan penduduk untuk menunjang aktivitasnya, baik dalam hal bisnis maupun pariwisata.

PT Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi VI Yogyakarta adalah salah satu daerah operasi perkereta-apian terluas di Indonesia. Daerah operasi ini memiliki dua stasiun besar yang ada di Yogyakarta yaitu stasiun Tugu dan stasiun Lempuyangan dengan pilihan kelas yaitu kelas ekonomi, kelas bisnis dan kelas eksekutif. Bagi masyarakat, dua stasiun ini mempunyai peranan penting sebagai tempat keberangkatan dan kedatangan para penumpang kereta api. Masyarakat memilih transportasi kereta api mengingat banyak keuntungan yang diperoleh, antara lain terhindar dari macet, waktu tempuh relatif lebih cepat, biaya yang terjangkau serta tingkat keselamatan yang cukup tinggi.

Pada saat Idul Fitri jumlah penumpang kereta selalu mengalami kenaikan. Kenaikan jumlah penumpang kereta pada hari raya Idul Fitri biasa terjadi terutama tujuh hari sebelum dan sesudah hari raya, sehingga pada bulan-bulan yang dimana hari-hari tersebut berada, data penumpang akan cenderung tinggi. Dikarenakan penetapan tanggal hari raya Idul Fitri mengikuti kalender Islam, maka perayaan tersebut dalam kalender Masehi akan mengalami pergeseran maju setiap tahunnya. Keadaan ini disebut dengan *calender effect* dimana pergeseran pada kalender berpengaruh pada data *time series* (Liu, 1980:106). Pergeseran waktu ini yang kemudian menjadi masalah pada peramalan data *time series* musiman, karena model yang baku yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* musiman hanya sesuai untuk fenomena musiman dengan periode yang relatif sama. Metode ini tidak bisa menangkap fenomena pergeseran musim sehingga mengakibatkan peramalan yang kurang tepat.

Efek variasi kalender terhadap hasil ramalan pada data *time series* telah banyak diteliti, antara lain oleh Bell dan Hillmer (1983), yang meneliti tentang pengaruh *trading-day effect* dan *holiday effect* pada data penjualan kayu dan bahan bangunan di Amerika Serikat, Sullivan *et al* (1998) yang mengkaji efek variasi kalender pada data saham dunia, serta Lin dan Liu (2002) yang memodelkan variasi *Lunar Calendar* pada 3 hari libur (tahun baru Imlek, festival perahu naga, dan liburan musim gugur) di Taiwan menggunakan model *RegARIMA*. Di Indonesia, penelitian berkaitan dengan efek dari variasi kalender dapat dilihat Suhartono *et al* (2010) tentang peramalan penjualan buah di Bali yang dipengaruhi variasi kalender, pada Suhartono dan Sampurno (2002) yang mengkaji efek variasi kalender pada bidang transportasi khususnya jumlah penumpang pesawat udara dan kereta api, dengan membandingkan model fungsi transfer dan model intervensi serta pada Suhartono (2005) tentang peramalan inflasi Indonesia menggunakan *feedforward neural network*.

Dalam makalah ini peramalan jumlah penumpang kereta api Daerah Operasi VI Yogyakarta dilakukan dengan menggunakan model *RegARIMA*, dengan memperhatikan efek kalender Islam, khususnya berkaitan dengan perayaan Idul Fitri. Keakuratan dari hasil peramalan model *RegARIMA* dibandingkan dengan hasil model *ARIMA* musiman.

## B. MODEL ARIMA MUSIMAN

Model *ARIMA* musiman dapat digunakan untuk meramalkan data yang mengandung pola musiman dengan periode yang tetap. Notasi dari model *ARIMA* musiman adalah

$$ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^s,$$

dan mempunyai bentuk umum sebagai berikut (Wei, 2006)

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)e_t, \quad (1)$$

dengan  $p$  adalah order *Autoregressive (AR)* non musiman,  $q$  order *Moving Average (MA)* non musiman,  $P$  order *AR* musiman,  $Q$  order *MA* musiman,  $S$  order musiman,  $d$  dan  $D$  berturut turut adalah order perbedaan non musiman dan musiman dan

$$\begin{aligned}\phi_p(B) &= 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \\ \theta_q(B) &= 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \\ \Phi_P(B^s) &= 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps} \\ \Theta_Q(B^s) &= 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}\end{aligned}$$

Secara umum prosedur ini memiliki empat tahapan, yaitu tahap identifikasi model sementara dengan menggunakan fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial (Hanke & Wichern, 2005), tahap estimasi parameter menggunakan estimator *maximum likelihood* (Brockwell & Davis, 2002) dan uji signifikansi parameter (Hamilton, 1994), tahap pemeriksaan diagnostik untuk menguji *white noise* galat (Wei, 2006) dan uji normalitas galat (*Time series Staff*, 2009) serta tahap peramalan.

### C. REGRESOR

Dalam memodelkan variasi kalender menggunakan *RegARIMA* diperlukan regresor yang nantinya akan diinput ke program *Win X12* untuk menentukan nilai-nilai dari variabel regresi dan koefisien regresi. Dalam menghitung regresor dibutuhkan pengetahuan kapan perayaan Idul Fitri dilaksanakan. Tabel 1 menyajikan waktu perayaan Idul Fitri.

Tabel 1. Waktu perayaan Idul Fitri

Tahun	Bulan	Tanggal	Tahun	Bulan	Tanggal
2005	November	3	2010	September	11
2006	Oktober	24	2011	September	1
2007	Oktober	13	2012	Agustus	19
2008	Oktober	1	2013	Agustus	8
2009	September	21			

Regresor dihitung menggunakan dua kriteria (Shuja' *et al*, 2007)

Kriteria 1: Jika Idul Fitri jatuh pada awal bulan yaitu dari tanggal 1-15.

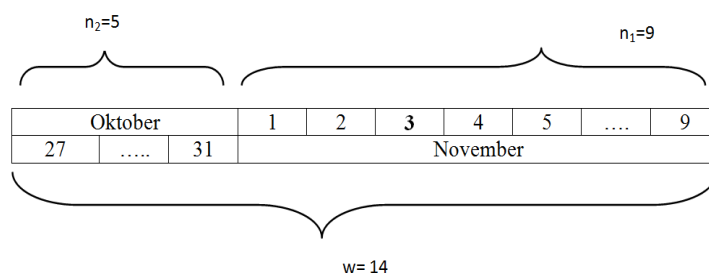
$$REG1 = \begin{cases} \frac{n_1}{w} & \text{untuk bulan terjadi Idul Fitri} \\ \frac{n_2}{w} & \text{untuk bulan sebelum terjadi Idul Fitri} \\ 0 & \text{untuk bulan yang lain} \end{cases} \quad (2)$$

dengan  $n_1$  banyak hari yang berpengaruh pada bulan terjadi Idul Fitri,  $n_2$  banyak hari yang berpengaruh pada bulan sebelum terjadi Idul Fitri,  $w$  total hari yang berpengaruh yaitu 14 hari.

Kriteria 2: Jika Idul Fitri jatuh pada akhir bulan yaitu tanggal 16-31.

$$REG1 = \begin{cases} \frac{n_1}{w} & \text{untuk bulan terjadi Idul Fitri} \\ \frac{n_2}{w} & \text{untuk bulan setelah terjadi Idul Fitri} \\ 0 & \text{untuk bulan yang lain} \end{cases} \quad (3)$$

Dalam kriteria 2 ini  $n_2$  banyak hari yang berpengaruh pada bulan setelah terjadi Idul Fitri. Sebagai contoh, ilustrasi menghitung  $n_1$ ,  $n_2$ , dan  $w$  disajikan pada gambar 1, yaitu misalkan Idul Fitri pada tahun 2005 terjadi pada tanggal 3 November.



Gambar 1. Ilustrasi menghitung  $n_1$ ,  $n_2$ , dan  $w$

Idul Fitri tahun 2005 terjadi pada tanggal 3 November, maka kriteria yang dipakai adalah kriteria 1. Banyak hari yang berpengaruh telah ditetapkan yaitu  $w=14$  hari, sedangkan banyak hari yang berpengaruh pada bulan November atau bulan terjadinya Idul Fitri adalah 9 hari yaitu dari tanggal 1 sampai 9 sehingga didapatkan  $n_1 = 9$ . Banyak hari yang berpengaruh pada bulan Oktober atau bulan sebelum terjadinya bulan Idul Fitri adalah 5 hari yaitu pada tanggal 27 sampai 31 sehingga diperoleh  $n_2 = 5$ . Selanjutnya, regressor untuk bulan November bisa dihitung yaitu

$\text{reg1} = \frac{n_1}{w} = \frac{12}{14} = 0,643$ , sedangkan untuk bulan Oktober yaitu  $\text{reg1} = \frac{n_2}{w} = \frac{5}{14} = 0,357$ , untuk bulan-bulan yang lain yang tidak terpengaruh Idul Fitri maka nilai  $\text{reg1}=0$ .

Setelah nilai regresor ditemukan, selanjutnya dicari nilai komponen regresi. Komponen regresi digunakan untuk menemukan *series*  $Z_t$  yang akan dimodelkan menggunakan *ARIMA*. Rumus untuk komponen regresi

$$\text{komp} = \text{reg}_t \beta \quad (4)$$

dengan *komp* adalah nilai komponen regresi,  $\text{reg}_t$  nilai regresor pada periode  $t$ , dan  $\beta$  parameter regresi.

#### D. MODEL VARIASI KALENDER *REGARIMA*

Model variasi kalender pertama kali diperkenalkan oleh Bell dan Hillmer (1983) dengan bentuk umum sebagai berikut

$$X_t = f(Y_t) + Z_t \quad (5)$$

dengan  $f(Y_t)$  adalah fungsi yang menggambarkan *holiday effect* yang digunakan untuk menghitung variasi kalender,  $Z_t$  sebagai proses *ARIMA* untuk memodelkan galat  $X_t$  yang masih belum dijelaskan oleh komponen variasi kalender. Model Regresi *ARIMA* (*RegARIMA*) merupakan bentuk lain dari model variasi kalender yaitu dengan menjadikan  $f(Y_t)$  sebagai suatu fungsi regresi. Bentuk modelnya (*Time Series Staff*, 2011) adalah

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D(X_t - \sum_i \beta_i Y_{it}) = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)e_t \quad (6)$$

Prosedur peramalan data menggunakan model *RegARIMA* terdiri dari empat tahap. Tahap pertama, membuat daftar tanggal perayaan atau liburan yang mengandung variasi kalender yang efeknya digunakan untuk menentukan variabel regresi (*regressor*) dan komponen regresi menggunakan persamaan (2), (3) dan (4). Tahap kedua, estimasi parameter menggunakan metode *maximum likelihood* (Otto *et al*, 1987). Estimasi dilakukan menggunakan metode *maximum likelihood* dan *generalized least squares (GLS)*. Estimasi model yang digunakan adalah menggunakan galat ARMA dengan parameter  $\theta$  diestimasi non linear *least square*, parameter  $\beta$  dan  $\phi$  diestimasi menggunakan regresi *GLS* secara terpisah. Penduga parameter model, yaitu  $\hat{\beta}, \hat{\phi}, \hat{\theta}$  diperoleh melalui persamaan berikut

$$\max_{\beta, \phi, \theta} L(\beta, \phi, \theta) = \max_{\phi, \theta} (\max_{\beta} L(\beta, \phi, \theta)) = \max_{\theta} (\max_{\phi} (\max_{\beta} L(\beta, \phi, \theta))) \quad (7)$$

Estimasi ini melibatkan estimasi nonlinear karena mengandung parameter yang nonlinear. Dikarenakan perhitungan manualnya sulit maka perhitungan numeriknya dibantu dengan penggunaan program *Win-X12*. Setelah ditemukan dugaan parameternya perlu dilakukan uji signifikansi parameter. Statistik uji yang dipakai untuk menguji masing-masing parameter  $\beta, \phi, \theta$  adalah

$$t = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})} \quad (8)$$

$$t = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})} \quad (9)$$

$$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \quad (10)$$

yang berdistribusi  $t$  dengan derajat bebas banyak pengamatan  $n$  dikurangi banyak parameter dalam model. Tahap ketiga, pemeriksaan diagnostik pada galat model menggunakan uji *Ljung-Box Pierce* (Wei, 2006)

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{p}_k^2}{n-k} \quad (11)$$

dengan  $\hat{\rho}_k$  adalah dugaan autokorelasi galat periode  $k$ . Galat akan independen jika  $Q < \chi^2_{\alpha, m-k}$  dengan  $m$  adalah banyak lag yang diuji dan  $K$  adalah banyak parameter dalam model. Selanjutnya adalah uji normalitas menggunakan statistik uji *Geary's* (*Time Series Staff*, 2009).

$$z = \frac{a - 0.7979}{0.2123/\sqrt{n}} \quad (12)$$

Nilai 0,7979 dan 0,2123 adalah konstanta untuk mencapai kenormalan, dan

$$a = \sum_{i=1}^n |e_i - \bar{e}| / \sqrt{n \cdot (\sum_{i=1}^n e_i^2 - n\bar{e}^2)}$$

Galat akan berdistribusi normal apabila  $|z| > z_\alpha$ . Tahap terakhir adalah tahap peramalan menggunakan model yang telah diperoleh.

#### E. KRITERIA PEMILIHAN MODEL

Dalam menentukan model terbaik dipakai kriteria untuk memilih model. Kriteria pertama adalah prinsip parsimony dimana model dipilih dengan dugaan parameter  $AR(p)$  atau  $MA(q)$  yang minimal atau bisa dikatakan model yang parsimony adalah model yang paling sederhana (Pankratz, 198). Kedua adalah menggunakan AIC (*Akaike's Information Criteria*) dimana model terbaik adalah model dengan nilai AIC paling kecil. Rumus AIC (Hanke & Wichern, 2005)

$$AIC = \ln \hat{\sigma}^2 + \frac{2}{n}r \quad (13)$$

dengan  $\ln$  adalah logaritma natural,  $\hat{\sigma}^2$  variansi galat,  $n$  banyaknya galat, dan  $r$  banyak parameter pada model *ARIMA*

#### F. HASIL PEMODELAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk memprediksi data banyaknya penumpang PT Kereta Api Daerah Operasi VI Yogyakarta. Data yang dipakai adalah data penumpang kereta kelas bisnis dan kelas eksekutif. Data kelas ekonomi tidak disertakan karena adanya kebijakan baru pada tahun 2013 yang mengakibatkan kondisi yang berbeda antara sebelum dan setelah tahun 2013. Data berupa data banyak penumpang bulanan tahun 2005-2011 (BPS, 2005-2011).

Pembentukan model *RegARIMA* diawali dengan menghitung regresor yang akan dipakai untuk mendapatkan nilai dari  $Z_t$ . Perhitungan regresor menggunakan persamaan (2) dan (3). Hasil perhitungan regresor dapat dilihat pada table 2, khususnya untuk bulan yang dipengaruhi efek Idul Fitri. Bulan-bulan lain yang tidak ada efek Idul Fitri regresornya bernilai nol. Regresor yang diperoleh kemudian diterapkan pada data banyak penumpang kereta menggunakan program Win-X12 untuk mendapatkan dugaan parameter regresi.

Tabel 2. Nilai Regresor

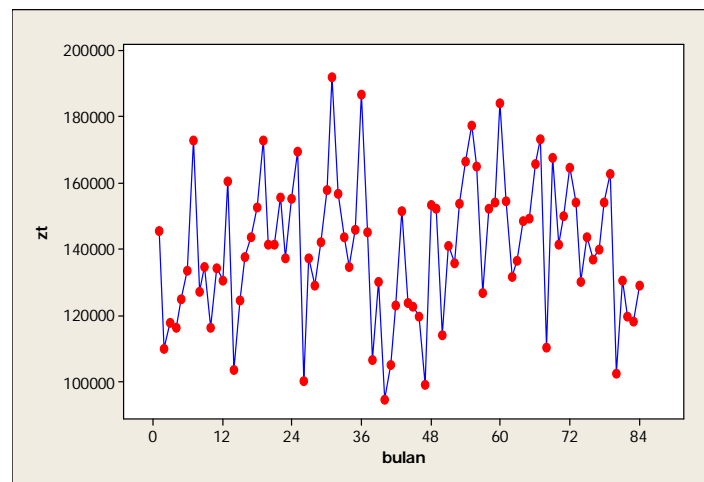
Tahun	Bulan	Regresor	Tahun	Bulan	Regresor
2005	<i>Okt</i>	0,357143	2009	<i>Sep</i>	1
	<i>Nov</i>	0,642857	2010	<i>Sep</i>	1
2006	<i>Okt</i>	1	2001	<i>Aug</i>	0,5
2007	<i>Okt</i>	1		<i>Sep</i>	0,5
2008	<i>Sep</i>	0,5	Bulan-bulan yang lain		0
	<i>Okt</i>	0,5			

Dugaan parameter regresi yang diperoleh ditunjukkan oleh tabel 3. Dugaan parameter ini nantinya akan digunakan untuk menghitung komponen regresi dan *series*  $Z_t$ .

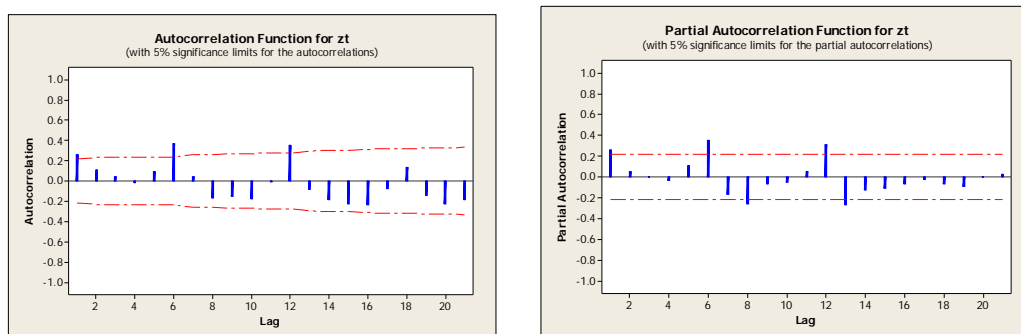
Tabel 3. Hasil estimasi parameter regresi model *RegARIMA*

Parameter	Dugaan	Standar Error	t-value
$\beta$	32469,0276	7089,66954	4,58

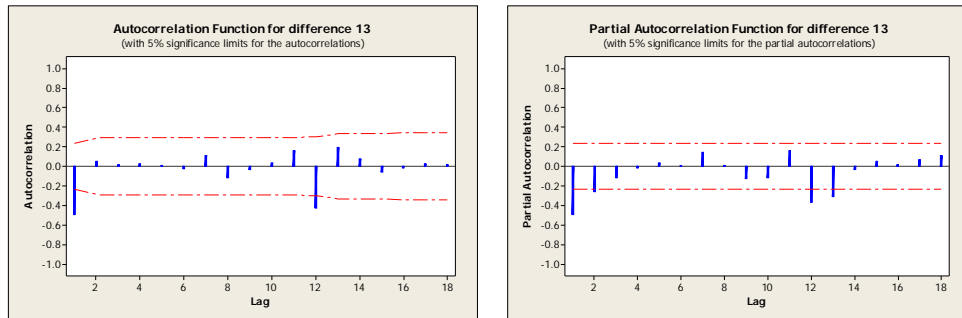
Nilai  $t$ -value parameter =  $4,58 > t_{(0,025,83)} = 2,28$  sehingga disimpulkan parameter regresi yang diperoleh telah signifikan. Kemudian parameter regresi dikalikan dengan nilai regresor untuk masing-masing bulan untuk memperoleh komponen regresi. Perhitungan komponen regresi menggunakan persamaan (4). Dari komponen regresi diperoleh  $Z_t$  yang dimodelkan dengan *ARIMA*, yaitu dengan mengurangi *series* data penumpang  $X_t$  dengan komponen regresi. Gambar 2 menunjukkan plot *series*  $Z_t$ .

Gambar 2. Plot Series  $Z_t$ 

Plot *ACF* dan *PACF* digunakan untuk identifikasi apakah sudah stasioner atau belum. Gambar 3 menunjukkan plot *ACF* dan *PACF* *series*  $Z_t$ .

Gambar 3. Plot *ACF* dan *PACF* *series*  $Z_t$ 

Pada gambar 3, plot *ACF* terdapat lag yang signifikan yaitu lag 1, 6 dan 12. Sedangkan untuk plot *PACF* lag yang signifikan yaitu lag 1, 6, 8, 12 dan 13. Data ini mempunyai pola musiman dan dari plot *ACF* dan *PACF* diketahui data belum stasioner karena masih ada beberapa lag non musiman yang berbeda signifikan dengan nol. Untuk menstasionerkan data maka dilakukan pembedaan 12 dan pembedaan 1.



Gambar 4. Plot ACF dan PACF setelah pembedaan 12 dan 1

Gambar 4 merupakan plot  $ACF$  dan  $PACF Z_t$  setelah dilakukan pembedaan 1 dan 12. Dapat diketahui bahwa plot  $ACF$  sudah stasioner karena nilai-nilai dari autokorelasi turun cepat menuju nol sesudah lag pertama. Kedua plot ini selanjutnya digunakan untuk menduga model  $ARIMA$  yang sesuai. Tabel 4 menyajikan model tentative dengan nilai AIC model.

Tabel 4. Perbandingan nilai AIC model  $ARIMA$ 

No	Model	Nilai AIC
1	$ARIMA (0,1,1)(0,1,1)^{12}$	1590,5498
2	$ARIMA (1,1,0)(1,1,0)^{12}$	1599,2419
3	$ARIMA (2,1,1)(1,1,0)^{12}$	1599,6321

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa model dengan nilai AIC terkecil adalah  $ARIMA (0,1,1)(0,1,1)^{12}$ . Hasil pendugaan parameter dan uji signifikansi model  $ARIMA (0,1,1)(0,1,1)^{12}$  yang didapatkan dari output *Win X12* ada pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter model  $RegARIMA (0,1,1)(0,1,1)^{12}$ 

Parameter	Dugaan	Standard Error	t-value
MA (1)	0,60612	0,08845	6,842
SMA(1)	0,8388	0,10301	8,0768

Berdasarkan tabel 5,  $|t\text{-value}| > t_{(0,025,82)} = 2,28$  untuk masing-masing parameter sehingga disimpulkan bahwa parameter signifikan dan bisa digunakan dalam model.

Diagnostik model dilakukan untuk mengetahui kesesuaian model yakni galat memenuhi asumsi *white noise*. Cek diagnostik disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil cek diagnostik autokorelasi residual

lag	$Q$	Df	$\chi^2_{0,05,df}$	p-value
6	1,23	4	9,4877	0,541
12	6,44	10	18,30	0,777
18	8,01	16	26,29	0,949
24	12,04	22	36,415	0,956

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa nilai  $p\text{-value}$  lebih dari 0,05 atau nilai  $Q$  untuk semua lag kurang dari nilai  $\chi^2_{\alpha,df}$ , sehingga autokorelasi galat tidak signifikan atau tidak terdapat korelasi antar lag, yang berarti bahwa asumsi *white noise* dipenuhi. Uji kenormalan galat dilakukan dengan menggunakan dengan uji normalitas *Geary's* dan diperoleh nilai  $|z| =$



$\left| \frac{0,7884 - 0,7979}{\frac{0,2123}{\sqrt{84}}} \right| = 0,4144 > z_{\alpha} = 1,645$ , sehingga disimpulkan bahwa galat dalam model berdistribusi normal.

Model *RegARIMA*(0,1,1)(0,1,1)<sup>12</sup> untuk data banyak penumpang kereta yang mengandung variasi kalender Idul Fitri adalah

$$\hat{Y}_t = (32474,5303)X_t + Z_{t-1} + Z_{t-12} - Z_{t-13} - 0,6061e_{t-1} - 0,8349e_{t-12} + 0,506033e_{t-13}$$

Model *RegARIMA* yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan model *ARIMA* musiman, apakah model *RegARIMA* lebih baik untuk meramalkan data yang mengandung variasi kalender. Model *ARIMA* musiman yang signifikan yaitu *ARIMA* (2,1,0)(1,0,0)<sup>12</sup>. Perbandingan nilai AIC kedua model ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Nilai AIC

No.	Model	Nilai AIC
1	<i>RegARIMA</i>	1590,5498
2	<i>ARIMA</i> Musiman	1886,5869

Model *RegARIMA* menghasilkan nilai AIC yang lebih kecil dibandingkan model *ARIMA*. Oleh karena itu model *RegARIMA* lebih baik digunakan untuk meramalkan data yang mengandung variasi kalender. Hasil peramalan ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Peramalan Model *RegARIMA*

Bulan	Jumlah Penumpang		Bulan	Jumlah Penumpang	
	2012	2013		2012	2013
Jan	130792	126969	Jul	147558	143735
Feb	93719,5	89896,4	<b>Aug</b>	<b>169644</b>	<b>165821</b>
Mar	111110	107287	Sep	117149	113326
Apr	107796	103973	Oct	110814	106991
May	115365	111542	Nov	111443	107620
Jun	129408	125585	Dec	135234	131411

Berdasarkan tabel 8, peramalan jumlah penumpang mengalami kenaikan pada bulan Juli, Agustus dan Desember. Banyaknya penumpang pada bulan Juli dipengaruhi oleh adanya libur sekolah, sedangkan pada bulan Desember tingginya jumlah penumpang dipengaruhi oleh adanya libur Natal dan tahun baru. Kenaikan pada bulan Agustus dipengaruhi karena adanya perayaan Idul Fitri. Dari analisis tersebut maka model *RegARIMA* baik untuk meramalkan karena mampu menangkap terjadinya pergeseran perayaan Idul Fitri.

## G. SIMPULAN

Prosedur peramalan banyak penumpang kereta menggunakan model *RegARIMA* terdiri dari empat tahap, yaitu diawali dengan membuat daftar tanggal perayaan atau liburan yang mengandung variasi kalender yang efeknya digunakan untuk menentukan variabel regresi (*regressor*) dan komponen regresi. Tahap berikutnya estimasi parameter menggunakan metode *maximum likelihood*, dilanjutkan dengan uji signifikansi parameter, dan uji galat apakah memenuhi asumsi *white noise* dengan uji *Ljung-Box Pierce* dan asumsi normal dengan uji *Geary's*. Model peramalan yang diperoleh adalah *RegARIMA* (0,1,1)(0,1,1)<sup>12</sup>. Apabila



dibandingkan dengan dengan model *ARIMA* musiman, model *RegARIMA* menghasilkan nilai *AIC* yang lebih kecil. Hasil peramalan penumpang kereta menggunakan model *RegARIMA* menunjukkan adanya kenaikan pada bulan Juli, Agustus dan Desember. Berdasarkan hasil peramalan, model *RegARIMA* mampu menangkap fenomena pergeseran musim pada perayaan Idul Fitri.

#### H. DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2005-20011) . *Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka*. Yogyakarta: BPS DI. Yogyakarta
- Bell, W. R. & Hillmer, S. C. (1983). Modeling Time series with Calendar Variation. *Journal of American Statistical Association*, 78(383): 526-534.
- Brockwell, P.J & Davis, R.A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting Second Edition*. New York: Springer-Verlag Inc
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2005). *Business Forecasting*. New York: Pearson Education International
- Liu, L. M. (1980). Analysis of Time series with Calendar Effects. *Management Science*, 26(1): 106-112
- Lin, L. & Liu, S. (2002). Modeling Lunar Calendar Effects in Taiwan. *Taiwan Economic Policy and Forecast*, 33, 1-37. Diakses dari <http://www.census.gov/ts/papers/lunar.pdf> pada 10 Maret 2013
- Muhammad Abdulkadir. (1998). *Hukum Pengangkutan Niaga*. Bandung: Citra Adidaya Bakti.
- Otto *et al.* (1987). An Iterative GLS Approach to Maximum Likelihood Estimation of Regression Models with ARIMA Errors. *Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section*, 1-26
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with univariate Box-Jenkins models: Concepts and cases*. New York : John Wiley & Sons. Inc.
- Shuja' *et al.* (2007). Moving Holiday Effects Adjustment for Malaysian Economic Time series. *Journal of Department of Statistics Malaysia*, 1-50.
- Suhartono *et al.* (2010), Peramalan Penjualan Buah di Moena Fresh Bali dengan Menggunakan Model Variasi Kalender. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol 1
- Suhartono dan B.S. Sampurno (2002), Studi Perbandingan antara Model Fungsi Transfer dan Model Intervensi-Variasi Kalender untuk Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Udara dan Kereta Api, *Jurnal Matematika atau Pembelajarannya*, Ed. Khusus, Universitas Negeri Malang, Indonesia.

---

Suhartono, (2005), Neural Network, ARIMA and ARIMAX Models for Forecasting Indonesian Inflation, Jurnal Widya Manajemen dan Akuntansi, Volume 5, Nomor 3, halaman 45-65

Sullivan *et al.* (1998), *Danger of Data Driven Inference: The Case of Calendar Effects in Stock Returns*, UCSD Working Paper

*Time series Research staff Division Room 3000-4 U.S Census Bureau* (2011). *X-12-ARIMA Reference Manual version 0.3*. Washington DC : U.S Census Bureau

Wei, W. W. S.. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. New York : Pearson Education Inc.